

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 1 9 日  
Date of Application:

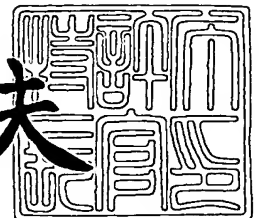
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 7 5 6 4 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 7 5 6 4 7 ]

出      願      人                      富士写真フイルム株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月    6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P27273J

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 1/00  
G06T 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 大沢 哲

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像判別装置、方法およびプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 医用画像データから所定の陰影の候補領域を抽出する候補領域抽出手段を備えた画像判別装置であって、

前記候補領域抽出手段で抽出した前記候補領域の輪郭周辺の輪郭内外画像を抽出する輪郭内外画像抽出手段と、

該輪郭内外画像抽出手段で抽出した輪郭内外画像の特徴量を用いて、前記候補領域の陰影の種類を判定する陰影判定手段とを備えたことを特徴とする画像判別装置。

【請求項 2】 前記陰影の種類が、正常陰影、異常陰影、異常陰影のうちの良性陰影、異常陰影のうちの悪性陰影のいずれかであることを特徴とする請求項 1 記載の画像判別装置。

【請求項 3】 前記陰影の種類が、前記陰影に類似する症例の種類であることを特徴とする請求項 1 記載の画像判別装置。

【請求項 4】 前記輪郭内外画像抽出手段が、前記輪郭内外画像を輪郭辺縁、輪郭内側および輪郭外側のいずれか 2 以上の領域に分けるものであり、

前記陰影判定手段が、各該領域のうち少なくとも 1 つの領域の特徴量に基づいて前記陰影の種類を判定するものであることを特徴とする請求項 1 から 3 いずれか記載の画像判別装置。

【請求項 5】 前記輪郭内外画像抽出手段により抽出した前記輪郭内外画像を構成する単位画素群に基づいて、該単位画素群の画素に出現する濃淡のパターンを抽出する濃淡パターン抽出手段と、

前記輪郭内外画像の単位画素群がいずれの前記濃淡パターンに類似するかを判定し、前記濃淡パターンが前記輪郭内外画像に出現する出現頻度を前記類似する濃淡パターンにカウントして算出する出現頻度算出手段と、

前記濃淡パターンの出現頻度に基づいて、前記輪郭内外画像を陰影の種類に応じて分類する分類手段とを有し、

前記陰影判定手段が、前記輪郭内外画像に前記濃淡パターンが出現する出現頻

度を前記出現頻度算出手段で求め、該出現頻度を特徴量として該候補領域が前記分類手段で分類したいずれの前記陰影の種類に属するものであるかを判定するものであることを特徴とする請求項 1 から 4 いずれか記載の画像判別装置。

【請求項 6】 医用画像データから所定の陰影の候補領域を抽出し、  
該候補領域の輪郭周辺の輪郭内外画像を抽出し、  
該輪郭内外画像の特徴量を用いて、前記候補領域の陰影の種類を判定すること  
を特徴とする画像判別方法。

【請求項 7】 コンピュータに、  
医用画像データから所定の陰影の候補領域を抽出する手順と、  
該候補領域の輪郭周辺の輪郭内外画像を抽出する手順と、  
該輪郭内外画像の特徴量を用いて、前記候補領域の陰影の種類を判定する手順  
として実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被写体を撮影して得た医用画像データに基づいて画像中の異常陰影を検出し、その異常陰影を表示して診断に供するコンピュータ支援画像診断装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、種々の画像取得方法により得られた画像に対して、階調処理や周波数処理等の画像処理を施し、画像の観察読影性能を向上させることが行われている。特に人体を被写体とした放射線画像のような医用画像の分野においては、医師等の専門家が、得られた画像に基づいて患者の疾病や傷害の有無を的確に診断する必要がある、その画像の読影性能を向上させる画像処理は不可欠なものとなっている。そのため、このような画像処理を用いることで、観察者の経験や画像読影能力の高低によって左右されず客観的に腫瘍陰影を判断できるように様々な方法が提案されている。

【0003】

放射線画像等に撮影された癌化した部分の腫瘤陰影は、おおむね丸味をおびた輪郭を持ち、かつ、画像上では周囲に比べて画素値が大きな領域として観測される。このような腫瘤陰影は、半球状で同じ濃度が同心円状に広がる形状の領域（以降、円形凸領域と呼ぶ）で、濃度値の分布が周縁部から中心部に向かうにしたがって濃度値が低くなるという濃度値の勾配が認められる。その勾配線は腫瘤の中心方向に向かって集中するもので、濃度値の勾配を勾配ベクトルとして算出し、その勾配ベクトルの集中度から腫瘤陰影を検出することができることが知られている（例えば、非特許文献 1、非特許文献 2 参照）。

#### 【0004】

また、このような集中度を評価するものの中には、腫瘤の大きさや形状に左右されない検出力を達成するために、フィルタの大きさと形状とを工夫したものがあり、代表的なものとして、アイリスフィルタや適応リングフィルタが挙げられる。

#### 【0005】

このアイリスフィルタの出力値は、円形凸領域の輪郭で最大値を与え異常陰影の候補領域を抽出する可能であり（例えば、特許文献 1 参照）、一方、適応リングフィルタの出力は、円形凸領域の中心付近で極大値をとるものである（例えば、非特許文献 2 参照）。

#### 【0006】

そこで、アイリスフィルタ等で異常陰影の候補領域を検出し、検出された異常陰影の候補領域に基づいて候補領域内部の濃度ヒストグラムを求め、このヒストグラムに基づく複数の特徴量、すなわち分散値、コントラスト、角モーメント等を算出し、さらに各特徴量を所定の重み付け関数で定義して新たな評価関数値を算出し、算出された評価関数値に基づいて候補領域が悪性陰影であるか否かを判定し、悪性陰影のみを異常陰影候補として検出する方法が提案されている（例えば、特許文献 2）。

#### 【0007】

また、予め実験的に得られている候補領域内部の濃度ヒストグラムに基づく複数の特徴量から正常陰影と異常陰影のクラスターに分類し、医用画像データに現

われた候補領域に対して、正常陰影を示すパターンクラスからのマハラノビス距離  $D_{m1}$  と異常陰影を示すパターンクラスからのマハラノビス距離  $D_{m2}$  を算出して異常陰影に該当するものか否かを検出するものがある（例えば、特許文献 2、特許文献 3 参照）。

#### 【0008】

さらに、以上の手法を組み合わせ、読影者の負担の軽減と、質の向上を図ったコンピュータ診断支援（CAD: Computer aided diagnosis）システムがある。この CAD システムの流れは以下になる。

- ① まず、原画像に適応リングフィルタを利用して円形凸領域を強調する。
- ② 次に、フィルタ出力値の極大点を抽出し、大きいものからいくつか（例えば、7 個）を腫瘍候補点として抽出する。
- ③ 腫瘍候補点から、腫瘍候補領域を抽出するために、アイリスフィルタと Snakes 法を適用する。Snakes 法は、エネルギー最小化原理に基づいた最適解としての輪郭を抽出する方法であり、Snakes エネルギーとしてアイリスフィルタの出力を用いる。Snakes のアルゴリズムによる候補領域決定の詳細は、非特許文献 3 に述べられている。
- ④ さらに、決定された各候補領域から特徴量を算出して、マハラノビス距離に基づいて、候補領域を悪性腫瘍影と良性腫瘍影の 2 つのクラスターに判別する。

このように、形状抽出結果に基づいて腫瘍が悪性腫瘍であるか良性腫瘍であるかを判別するものがある（例えば、非特許文献 4 参照）。

#### 【0009】

また、近年、読影する医用画像の視覚的な特徴が類似する類似画像を過去症例のデータベースから検索する CAD が提案されている（例えば、非特許文献 5 参照）。

#### 【0010】

##### 【特許文献 1】

特開平 8-294479 号公報

#### 【0011】

## 【特許文献 2】

特開平 9 - 1 6 7 2 3 8 号公報

## 【0 0 1 2】

## 【特許文献 3】

特開 2 0 0 2 - 7 4 3 2 5 号公報

## 【0 0 1 3】

## 【非特許文献 1】

魏 軍、荻原 義裕、清水 明伸、小畑 秀文、“こう配ベクトルの点集中性フィルタの特性解析”、電子情報通信学会論文誌 (D-II) Vol.J84-D-II No.7, pp.1289-1298, 2001.

## 【0 0 1 4】

## 【非特許文献 2】

魏 軍、荻原 義裕、小畑 秀文、“がん陰影候補抽出のための勾配ベクトル集中フィルタ”、電子情報通信学会論文誌 (D-II) Vol.J83-D-II No.1, pp.118-125, Jan. 2000.

## 【0 0 1 5】

## 【非特許文献 3】

H.Kobata, M.Murakami, et al, " Computerized detection of malignant tumors on digital mammograms," IEEE Trans on Med, Imag, Vol. 18, No. 5, pp.369-378, 1999.

## 【0 0 1 6】

## 【非特許文献 4】

古屋早知子、魏 軍、荻原 義裕、清水 明伸、小畑 秀文、縄野 繁、“準最適特徴量組み合わせによる乳房 X 線像上の腫瘤影判別性能向上”、電子情報通信学会 Vol.100 No.434, pp.93-100, 2001.

## 【0 0 1 7】

## 【非特許文献 5】

"M. Ginger, Z. Huo, C. Vybomy, L. Lan, I. Bonta, K. Horsch, R. Nishikawa, I. Rosenborough, Intelligent CAD workstation for breast imaging using similarit

y to known lesions and multiple visual prompt aids, PROCEEDINGS OF SPIE, Medical Imaging 2002, February 2002, San Diego”

#### 【0018】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記のような診断支援技術は、候補領域の形状、大きさ、濃度のコントラスト等の抽象化された特徴量を用いて判断するため、必ずしも人間の視覚で捉えた感覚とは一致せずズレが生じる。そのため、類似すると判定された腫瘍であっても実際の画像を視覚的に比較した場合には類似しない場合があった。例えば、類似画像を過去症例のデータベースから検索するような場合に、質問腫瘍画像とは類似しない腫瘍画像が検索される場合があった。

#### 【0019】

本発明は、この課題に鑑みて、画像の濃淡値から得られる医用画像に固有のイメージパターンに基づいて、腫瘍を人の視覚で捉えた感覚に近い感覚で分析する手法を用いた画像判別装置を提供することを目的とするものである。

#### 【0020】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の画像判別装置は、医用画像データから所定の陰影の候補領域を抽出する候補領域抽出手段を備えた画像判別装置であって、

前記候補領域抽出手段で抽出した前記候補領域の輪郭周辺の輪郭内外画像を抽出する輪郭内外画像抽出手段と、

該輪郭内外画像抽出手段で抽出した輪郭内外画像の特徴量を用いて、前記候補領域の陰影の種類を判定する陰影判定手段とを備えたことを特徴とするものである。

#### 【0021】

また、本発明の画像判別方法は、医用画像データから所定の陰影の候補領域を抽出し、

該候補領域の輪郭周辺の輪郭内外画像を抽出し、

該輪郭内外画像の特徴量を用いて、前記候補領域の陰影の種類を判定することを特徴とするものである。

## 【0022】

また、本発明のプログラムは、コンピュータに、  
医用画像データから所定の陰影の候補領域を抽出する手順と、  
該候補領域の輪郭周辺の輪郭内外画像を抽出する手順と、  
該輪郭内外画像の特徴量を用いて、前記候補領域の陰影の種類を判定する手順  
として実行させるものである。

## 【0023】

ここで「陰影」とは、例えば医療用のX線画像やマンモグラム等における、血管等の正常陰影や、腫瘍、腫瘤、癌等種々の症状を示す異常陰影をいい、乳房や胸部等の様々な部位で観察されるものである。

## 【0024】

「陰影の候補領域の抽出」は、陰影は背景の画像とは異なる濃度を示すことに注目して陰影の候補領域の抽出を行う。

## 【0025】

具体的には、画像中から腫瘤候補となる領域をアイリスフィルタ等を用いて抽出したり、アイリスフィルタ等により抽出した腫瘤候補となる領域の中心位置（候補点）に基づいてS n a k e s法等を用いてより正確に候補領域を抽出することができる。

## 【0026】

アイリスフィルタは濃度の勾配値に注目して候補領域を抽出するもので、画像中から濃度勾配集中度の値が高い領域を抽出するものである。また、アイリスフィルタ以外の手法を用いてもよく、例えば、丸くて濃度の低い（白い）領域を抽出してもよい。

## 【0027】

また、S n a k e s法は、アイリスフィルタで抽出された候補領域（点）に基づいて、より正確な腫瘤形状を抽出するもので、例えば、候補点を中心に一定半径上の点を初期値として抽出することができる。S n a k e s法は陰影の輪郭周辺（エッジ）で画像エネルギーが極小になるように定義し、陰影の輪郭の近傍に初期値として設定された曲線上のエネルギーが最小となるように曲線を徐々に移

動させて、収束したところで候補領域を抽出するものである。

【0028】

また、「輪郭内外画像」とは、候補領域の輪郭周辺の画像で、輪郭から所定の範囲にある画像であり、「輪郭内外画像の特徴量」には、例えば、輪郭内外画像に発生する濃淡パターンに基づく特徴量や、輪郭内外画像の濃度ヒストグラムに基づく複数の特徴量（分散値、コントラスト、角モーメント等）等を用いることが可能である。

【0029】

また、陰影には、正常なもの、腫瘤のように異常なもの、さらに異常なもののうち良性なものと悪性なものがあり、前記陰影の種類を、正常陰影、異常陰影、異常陰影のうちの良性陰影、異常陰影のうちの悪性陰影のいずれかに分けるようにしてもよい。

【0030】

さらに、悪性腫瘤を悪性腫瘤1、悪性腫瘤2というように詳細に分けてもよい。

【0031】

あるいは、陰影がどの症例に類似するものかを判定してもよく、前記陰影の種類は、前記陰影に類似する症例の種類であってもよい。

【0032】

また、前記輪郭内外画像抽出手段は、前記輪郭内外画像を輪郭辺縁、輪郭内側および輪郭外側のいずれか2以上の領域に分けるものとしてもよく、前記陰影判定手段では、各該領域のうち少なくとも1つの領域の特徴量に基づいて前記陰影の種類を判定するものであってもよい。

【0033】

「輪郭辺縁、輪郭内側および輪郭外側のいずれか2以上の領域に分ける」とは、候補領域の輪郭を基準にして領域に分けるもので、輪郭辺縁と輪郭内側と輪郭外側の3つの領域や輪郭内側と輪郭外側の2つの領域等に分け、異なる特徴が現れる領域に分ける方が望ましい。また、領域の一部が重なり合うように分けてもよい。

## 【0034】

また、前記輪郭内外画像抽出手段により抽出した前記輪郭内外画像を構成する単位画素群に基づいて、該単位画素群の画素に出現する濃淡のパターンを抽出する濃淡パターン抽出手段と、

前記輪郭内外画像の単位画素群がいずれの前記濃淡パターンに類似するかを判定し、前記濃淡パターンが前記輪郭内外画像に出現する出現頻度を前記類似する濃淡パターンにカウントして算出する出現頻度算出手段と、

前記濃淡パターンの出現頻度に基づいて、前記輪郭内外画像を陰影の種類に応じて分類する分類手段とを有し、

前記陰影判定手段は、前記輪郭内外画像に前記濃淡パターンが出現する出現頻度を前記出現頻度算出手段で求め、該出現頻度を特徴量として該候補領域が前記分類手段で分類したいずれの前記陰影の種類に属するものであるかを判定するものであってもよい。

## 【0035】

「単位画素群」は、画像上の小領域の画素で、画像を分析する単位となる画素群である。例えば、 $20 \times 20$ 画素程度が好ましい。

## 【0036】

「単位画素群の画素に出現する濃淡のパターンを抽出する」とは、輪郭内外画像を構成する単位画素群に多く発生する濃淡パターンを抽出することで、コホーネンの自己組織化（以下、SOMという）等のパターン分析の手法を用いて濃淡パターンを抽出することが可能である。

## 【0037】

また、「前記濃淡パターンの出現頻度に基づいて、前記輪郭内外画像を腫瘍タイプに応じて分類する」とは、各濃度パターンが出現する頻度（ヒストグラム）に基づいて、輪郭内外画像がどの腫瘍タイプに属するものであるかを分類することで、具体的には、SOM等のクラスター分析の手法を用いて分類することができる。SOM以外にマハラノビス距離等の距離関数（距離の概念を表す関数）や類似度等の他のクラスター分析の手法を用いて分類してもよい。

## 【0038】

**【発明の効果】**

本発明の画像判別装置によれば、候補領域の輪郭周辺の輪郭内外画像の特徴量を用いて判定することにより、陰影の形状によらず陰影の種類を判定することができる。

**【0039】**

また、輪郭内外画像を輪郭辺縁、輪郭内側、輪郭外側等の特徴のある領域に分けることにより、より正確な判定をすることができる。

**【0040】**

さらに、輪郭内外画像を構成する単位画素群の濃淡パターンの出現頻度に基づいて陰影の種類を判定することにより、候補領域の属する陰影の種類を人間の視覚で捉えた感覚に近い判定結果を得ることができる。

**【0041】****【発明の実施の形態】**

以下、本発明の画像判別装置について、図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の画像判別装置1の概要を示す図である。

**【0042】**

画像判別装置1は、医用画像データSから陰影の候補領域を抽出する候補領域抽出手段2と、陰影の輪郭周辺の輪郭内外画像を抽出する輪郭内外画像抽出手段3と、輪郭内外画像を構成する単位画素群に現れる濃淡パターンを代表するものを抽出する濃淡パターン抽出手段4と、濃淡パターンが輪郭内外画像に出現する出現頻度を算出する出現頻度算出手段5と、輪郭内外画像に濃淡パターンが出現する頻度に基づいて陰影の種類を分類する分類手段6と、注目する陰影の輪郭内外画像の濃淡パターンの出現頻度から、注目する陰影がいずれの陰影の種類に類似するものであるかを判定する陰影判定手段7とから構成される。

**【0043】**

候補領域抽出手段2は、医用画像データSから陰影の候補領域を抽出するもので、具体的には、画像中から腫瘍候補となる領域をアイリスフィルタ等を用いて抽出したり、アイリスフィルタ等により抽出した中心位置（候補点）に基づいてSnakes法等を用いてより正確に候補領域を抽出することもできる。

## 【0044】

アイリスフィルタは濃度値の勾配に注目して候補領域を抽出するもので、例えば、画像中から濃度勾配の集中度の値が上位7番目までの領域を抽出するものである。また、アイリスフィルタ以外の手法を用いてもよく、例えば、丸くて濃度の低い（白い）領域を上位から抽出してもよい。

## 【0045】

S n a k e s 法は、アイリスフィルタで抽出された候補領域（点）に基づいて、より正確な腫瘍形状を抽出するもので、例えば、候補点を中心に一定半径上の点を初期値として抽出することができる。S n a k e s 法は陰影の輪郭周辺（エッジ）で画像エネルギーが極小になるように定義し、陰影の輪郭の近傍に初期値として設定された曲線上のエネルギーが最小となるように曲線を徐々に移動させて、収束したところで候補領域を抽出するものである。エネルギーには内部エネルギー、画像エネルギー、外部エネルギーがあり、画像エネルギーとしては、アイリスフィルタで抽出した候補点から、辺縁に向けて引いた半直線上の勾配値の総和が辺縁上で最大となることを利用した出力値を用いるのがよい。

## 【0046】

本実施の形態では、S n a k e s 法を用いて陰影の候補領域を抽出する場合について説明する。まず、S n a k e s の動作原理を図2を用いて説明する。S n a k e s とは、画像内に仮想的に置かれた輪ゴムのような物理的な性質が与えられた曲線で、対象とする医用画像データSの濃度から得られる画像エネルギーにおいて、S n a k e s 上の画像エネルギーの総和が極小状態で安定するように動かしていき形状を抽出する。

## 【0047】

そこで、まず対象となる医用画像データSから抽出する形状の輪郭上で極小値をとるように画像エネルギーを定義し、目的とする形状の輪郭の近傍にS n a k e s の初期位置を設定して、S n a k e s 上の画像エネルギーの総和が最小になるようにS n a k e s を動かして目的とする形状を抽出する。図2は、S n a k e s を閉曲線  $v(s)$  として与え、閉曲線  $v(s)$  を徐々に収縮させて抽出する領域（斜線部）の輪郭に閉曲線  $v(s)$  が近づいていく様子を表したものである

【0048】

S n a k e s の動作決定する S n a k e s 上の画像エネルギーの総和 E は一般に式 (1) で与えられる。

【0049】

【数1】

$$E = \int_0^1 \{ E_{\text{int}}(v(s)) + E_{\text{image}}(v(s)) + E_{\text{con}}(v(s)) \} ds \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{ただし、} \quad S n a k e s : v(s) &= (x(s), y(s)) \\ s &: 0 \sim 1 \end{aligned} \quad (2)$$

s は閉曲線上のパラメータで、s = 0 の位置が始点で s = 1 の位置は終点を表す (閉曲線の場合には、s = 0 の位置と s = 1 の位置は一致する)。

【0050】

また、E<sub>int</sub> は S n a k e s の内部エネルギーで、E<sub>image</sub> が画像の特徴量である濃淡に依存する画像濃淡エネルギーで、E<sub>con</sub> は外部拘束力による外部エネルギーである。

【0051】

(1) 内部エネルギー E<sub>int</sub>

内部エネルギー E<sub>int</sub> は、S n a k e s 自身の長さ v<sub>s</sub> と、曲率 v<sub>ss</sub> の自乗の重みつき線形和で定義され式 (3) で与えられる。

【0052】

【数2】

$$E_{\text{int}}(v(s)) = \frac{\alpha(s) |v_s|^2 + \beta(s) |v_{ss}|^2}{2} \quad (3)$$

$$\text{ただし、} \quad v_s = \frac{dv}{ds} \quad v_{ss} = \frac{d^2v}{ds^2}$$

α、β ; 定数

この内部エネルギー E<sub>int</sub> は、v (s) の伸縮を調整する項である。

## 【0053】

(2) 画像濃淡エネルギー  $E_{\text{image}}$ 

画像エネルギー  $E_{\text{image}}$  は、医用画像データ  $S$  の濃淡に基づいて目的とする形状の近傍で極小となるように定義されるエネルギーで、例えば、濃度や濃度勾配等の画像の特徴量から陰影のエッジで最小となるように定義する。例えば、アイリスフィルタの出力値（円形凸領域の輪郭で最大値を与えるもの）を用いて陰影のエッジで最小となるように定義してもよい。

## 【0054】

(3) 外拘エネルギー  $E_{\text{con}}$ 

外拘エネルギー  $E_{\text{con}}$  は意図的に  $S_{\text{na k e s}}$  の振る舞いや質を変えるために与えるもので、適切な外部拘束力  $E_{\text{con}}$  を与えることで  $S_{\text{na k e s}}$  の初期位置をエッジの近傍に設定した場合のみでなく、やや離れたところに  $S_{\text{na k e s}}$  の初期位置を設定した場合にも輪郭に収束するように調整することができる。

## 【0055】

以上のように定義したエネルギーの総和  $E$ （式（1））が最小値になるように閉曲線  $v(s)$  を変化させ、エネルギーの総和  $E$  が最小値に収束した位置で、閉曲線  $v(s)$  が略輪郭に一致したものとして候補領域を抽出する。

## 【0056】

輪郭内外画像抽出手段 3 では、図 3 に示すように、候補領域抽出手段 2 で抽出した形状の輪郭  $v(s)$  の周辺の画像を輪郭内外画像  $D$  として抽出する。輪郭内外画像  $D$  は輪郭からの所定の範囲内にある画像である。輪郭内外画像  $D$  は輪郭内側、輪郭外側、輪郭辺縁上等の領域に分けて、各領域に現れる特徴量を観測することにより腫瘍のタイプを詳細に分類することが可能である。

## 【0057】

また、輪郭内外画像  $D$  は輪郭の形状に依存しないで特徴を観測できる方が好ましく、輪郭  $v(s)$  を基準に統一した形状に変換する方が望ましい。例えば、図 4 に示すように、抽出した輪郭  $v(s)$  が直線になるように輪郭内外画像  $D$  を変換して、抽出した輪郭  $v(s)$  を  $x$  方向に一致させ、輪郭  $v(s)$  に垂直な方向  $t(t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6)$  を  $y$  方向と一致するような矩形形状

に変換する。

#### 【0058】

これにより、図5に示すように、(a)と(b)の陰影の輪郭の形状は相違するが、変換後の輪郭内外画像Dは(c)に示すように同じ形状に変換され、画像の比較が容易になる。

#### 【0059】

あるいは、図6に示すように、輪郭上に特徴のある形状Aが出現するような陰影(a)、(b)を統一した形状(c)に変換して、x軸上の位置をシフトして比較することにより類似する画像の判定が容易になる。

#### 【0060】

また、図7に示すように、陰影の辺縁部に現れるスピキュラSP等が出現するような陰影(a)、(b)を統一した形状(c)に変換することにより、スピキュラSP等の輪郭に対して垂直な方向に特徴がある濃淡パターンの検出が容易になる。

#### 【0061】

濃淡パターン抽出手段4では、輪郭内外画像Dを構成する小領域の画素群(以下、単位画素群とする)に発生する濃度パターンを代表するものを抽出して濃度パターン抽出結果記憶手段40に記憶する。具体的には、様々な症例の輪郭内外画像D(例えば、180×80画素)からランダムに切り出した単位画素群(ROI:例えば、20×20画素、図4(b)参照)を、SOMに提示して輪郭内外画像Dに含まれる単位画素群を代表する濃度パターンを抽出する(SOMに提示する方法の詳細は、特開平6-309457を参照)。図8は、SOMを用いて64個の濃度パターンを抽出した結果の一例である。単位画素群の濃度パターンの抽出はSOMを用いた場合に限らず、他のパターン分析の手法を用いて濃淡パターンを抽出することが可能である。

#### 【0062】

出現頻度算出手段5は、濃度パターン抽出結果記憶手段40に記憶している濃淡パターンが輪郭内外画像に出現する出現頻度を濃淡パターン毎にカウントする。例えば、輪郭内外画像D内の単位画素群を1つずつ上下左右に動かし、濃度パ

ターン毎に出現する出現頻度を求める。また、輪郭内外画像D上の単位画素群がどの濃度パターンに属するかは、例えば、最小二乗距離や相関をみて判定し、最も近似する濃度パターンにカウントして輪郭内外画像Dの濃度パターンのヒストグラムを求める。

#### 【0063】

あるいは、単位画素との類似度が高い濃淡パターンにのみカウントするようにし、いずれの濃淡パターンにも類似しない場合にはカウントしないようにしてヒストグラムを求めるようにしてもよい。例えば、最小二乗距離や相関の値が所定値以下の場合にその濃淡パターンにカウントし、最小二乗距離や相関の値が所定値以下の濃淡パターンがない場合にはカウントしないようにする。

#### 【0064】

さらに、輪郭内外画像Dを、図9に示すように、輪郭辺縁、輪郭内側、輪郭外側の各領域に分けて濃度パターンのヒストグラムを求めて、陰影の種類を詳細に分類してもよい。図10は、各領域に応じて濃度パターンの出現頻度をカウントした結果の一例を表すもので、aは輪郭内側のヒストグラム、bは輪郭辺縁のヒストグラム、cは輪郭外側のヒストグラムである。また、輪郭内外画像Dは、輪郭辺縁、輪郭内側、輪郭外側の3つの領域に限らず、輪郭内側と輪郭外側の2つの領域に分けるようにしてもよい。また、輪郭辺縁と輪郭内側、輪郭辺縁と輪郭外側とは重なり合わないような領域を設定してもよい。

#### 【0065】

分類手段6では、輪郭内外画像Dがどの陰影の種類に対応するかを濃淡パターンの出現頻度に基づいて分類する。まず、出現頻度算出手段5を用いて求めた出現頻度を、異常陰影のうち悪性腫瘍や良性腫瘍や腫瘍でないもの等の陰影の種類に応じて、例えば、SOMに入力し、図11に示すような類似した画像同士が近い位置となるような陰影マップを求め、この陰影マップ上に陰影の種類のラベル付けを行う。この分類した結果は分類結果記憶手段60に記憶する。また、陰影マップには異常陰影のみならず正常陰影を入力することで、候補領域の画像が正常陰影か異常陰影かの判定も行うことが可能となる。さらに、様々な症例に対応するものを入力して様々な症例に分類することも可能である。

## 【0066】

次に、陰影判定手段7は、医用画像データSから注目する候補領域を抽出して陰影の種類を判定する。まず、候補領域抽出手段2で医用画像データSから注目する候補領域の輪郭を抽出し、抽出した輪郭を基準に輪郭内外画像抽出手段3で輪郭内外画像Dを抽出する。そこで、輪郭内外画像Dに濃淡パターンの出現頻度を出現頻度算出手段5で求め、求めた出現頻度をSOMに入力し、分類手段6で分類結果記憶手段60に記憶している結果からいずれの陰影の種類に類似するものであるかを判定する。これにより、陰影が異常陰影であるか、正常陰影であるか、さらに異常陰影のうち良性であるか、悪性であるかを判定することが可能である。

## 【0067】

あるいは、分類手段6で症例について分類した場合には、どの症例に類似するかを判定することも可能である。さらに、類似症例画像をデータベース等に蓄積しておき類似する症例の画像を検出することができるように構成してもよい。このとき類似症例画像の各々に、その診断・治療情報（確定診断結果、検査方針、治療方針等）を対応付けて記憶しておき、検出された類似症例画像とともに対応する診断・治療方針を表示することが可能なようにしておいてもよい。

## 【0068】

以上、分類手段6や陰影判定手段7で輪郭内外画像Dの陰影の種類を分類や判定にSOMを用いた場合について述べたが、マハラノビス距離等の他のクラスター分析の手法を用いて腫瘍タイプを分類し、注目する候補領域がいずれの各腫瘍タイプに属するかを分類することも可能である。

## 【0069】

次に、画像判別装置1の動作について図12、図13のフローチャートを用いて説明する。ここでは、陰影の種類を腫瘍タイプに分類した場合について説明する。

## 【0070】

まず、図12のフローチャートに基づいて、濃度パターンの抽出と腫瘍タイプの分類について説明する。候補領域抽出手段2で多くの症例の医用画像データS

から候補領域を抽出し (S100)、抽出した各候補領域の輪郭  $v(s)$  の周辺から輪郭内外画像  $D$  を抽出する (S101)。濃淡パターン抽出手段 4 では、多くの医用画像データ  $S$  から抽出した輪郭内外画像  $D$  からランダムに切り出した単位画素群 (ROI) を SOM に繰り返し入力して単位画素群の濃度パターンを代表する濃度パターンを抽出し濃度パターン抽出結果記憶手段 40 に記憶する (S102)。

#### 【0071】

ここで、抽出した輪郭内外画像  $D$  の各々について、抽出した濃度パターンが出現する出現頻度を出現頻度算出手段 5 で算出する (S103)。分類手段 6 で、求めた輪郭内外画像  $D$  の濃度パターンの出現頻度を、SOM に繰り返し提示して輪郭内外画像  $D$  を各腫瘍タイプに分類し、分類した腫瘍タイプの分類結果を分類結果記憶手段 60 に記憶する (S104)。このとき、なるべく多くの症例の医用画像を用いて、単位画素群の濃度パターンの抽出や腫瘍タイプの分類をすることが望ましい。

#### 【0072】

次に、図 13 のフローチャートに基づいて、注目する候補領域の腫瘍タイプの判定について説明する。まず、陰影判定手段 7 で、医用画像データ  $S$  から注目する候補領域を候補領域抽出手段 2 で抽出し (S110)、輪郭内外画像抽出手段 3 で抽出した候補領域の輪郭から輪郭内外画像  $D$  を抽出する (S111)。そこで、濃度パターン抽出結果記憶手段 40 に記憶している濃度パターンが輪郭内外画像  $D$  に出現する出現頻度を濃度パターン毎にカウントし (S112)、得られたヒストグラムを SOM に入力すると分類結果記憶手段 60 に記憶している腫瘍マップに基づいて、注目する候補領域の属する腫瘍タイプを判定する (S113)。

#### 【0073】

図 14 は、画像判別装置 1 を用いて実際に判定を行なった結果を示すもので、左側の質問画像に対し、それに対応して得られたイメージ画像を右側に示す。質問画像の輪郭を得て輪郭内外画像  $D$  を作成し、輪郭内外画像  $D$  に対応するイメージ画像を得ることにより、視覚的に類似した画像が得られることが観察できる。

**【0074】**

以上の本実施の形態では、候補領域の輪郭周辺に現れる濃度パターンの出現頻度を特徴量として判定する場合について説明したが、輪郭内外画像Dに濃度ヒストグラムに基づく複数の特徴量（分散値、コントラスト、角モーメント等）等他のものを適応してもよい（濃度ヒストグラムに関する特徴量の詳細は、例えば、特許文献2を参照）。

**【0075】**

以上、詳細に説明したように、候補領域の輪郭周辺に現れる特徴量を調べることにより輪郭の形状や大きさに左右されること無く陰影の候補領域が正常陰影であるか異常陰影であるかの判定や、類似する症例の検出を行うことが可能である。

**【0076】**

さらに、濃度パターンを調べることにより、人間の視覚で捉えた感覚に近い判定結果を得ることができる。

**【0077】**

また、上述の画像判別装置の機能を備えたプログラムをCD-ROM等の記録媒体に記録し、コンピュータにインストールして機能させるようにしてもよい。あるいは、ネットワークを介してこのプログラムをダウンロードするようにすることも可能である。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

画像判別装置の概要を示す図

**【図2】**

Snakesの動作原理を示す図

**【図3】**

輪郭と輪郭内外画像Dとの関係を表す図

**【図4】**

輪郭内外画像の変換を説明するための図（その1）

**【図5】**

輪郭内外画像の変換を説明するための図 (その2)

【図6】

輪郭内外画像の変換を説明するための図 (その3)

【図7】

輪郭内外画像の変換を説明するための図 (その4)

【図8】

濃度パターンの抽出結果の一例を表す図

【図9】

輪郭内外画像を輪郭辺縁、輪郭内側、輪郭外側の各領域に分けた図

【図10】

濃度パターンのヒストグラムの一例を表す図

【図11】

腫瘍マップにラベル付けを行なった一例を表す図

【図12】

濃度パターンの抽出や腫瘍タイプの分類を説明するためのフローチャード

【図13】

注目する腫瘍の腫瘍タイプの判定を説明するためのフローチャート)

【図14】

画像判別装置の判定結果を示す図

【符号の説明】

- 1 画像判別装置
- 2 候補領域抽出手段
- 3 輪郭内外画像抽出手段
- 4 濃淡パターン抽出手段
- 5 出現頻度算出手段
- 6 分類手段
- 7 陰影判定手段
- 40 濃度パターン抽出結果記憶手段
- 60 分類結果記憶手段

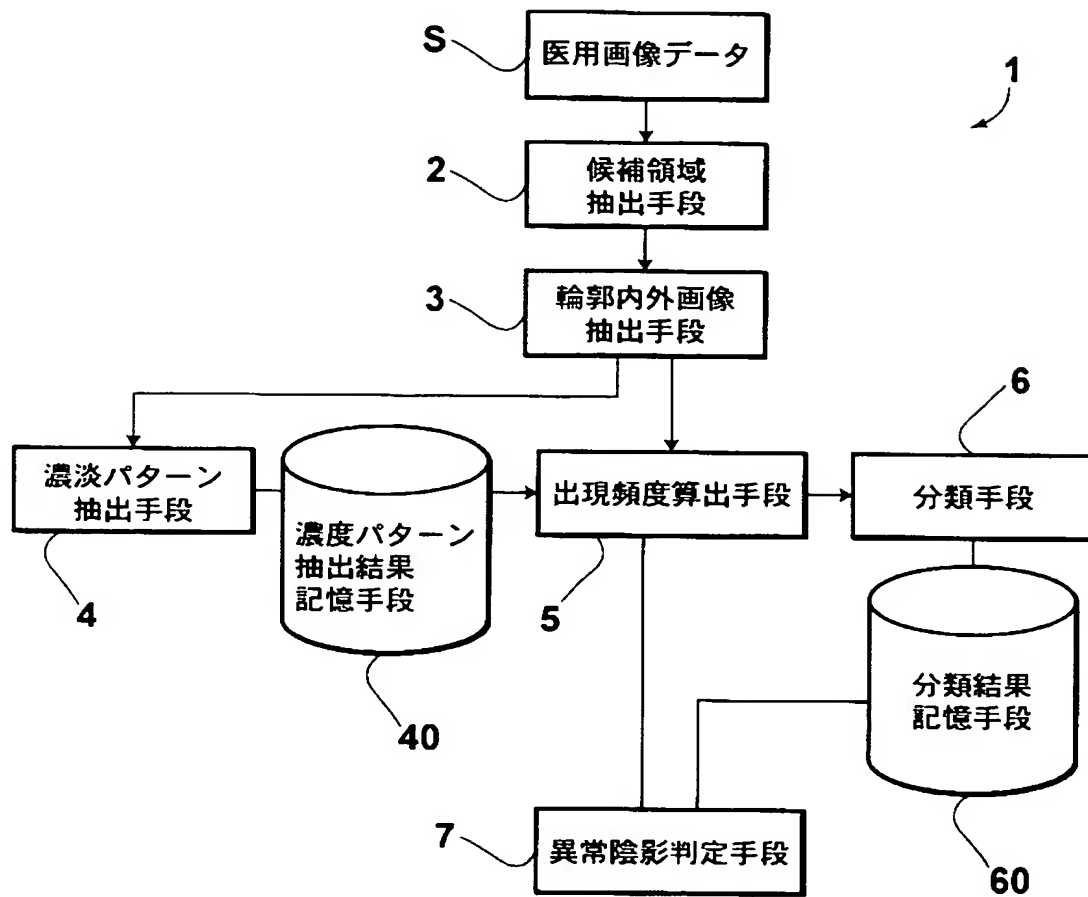
D 輪郭内外画像

S 医用画像データ

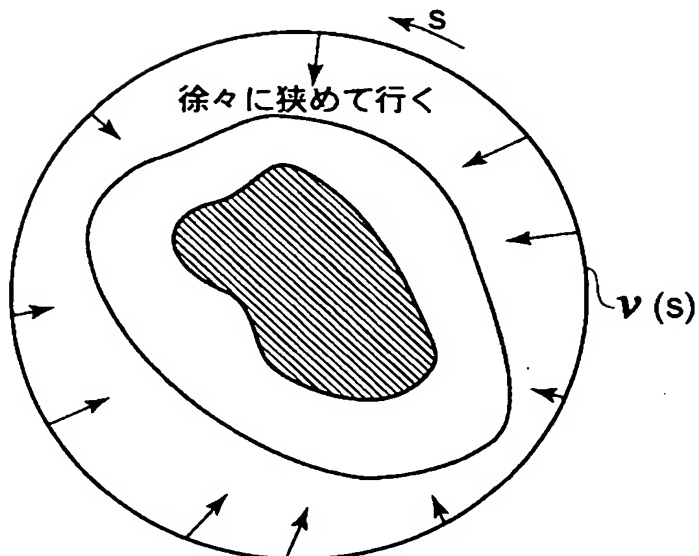
【書類名】

図面

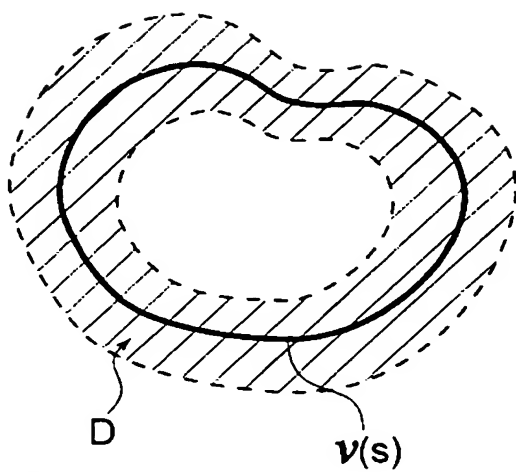
【図 1】



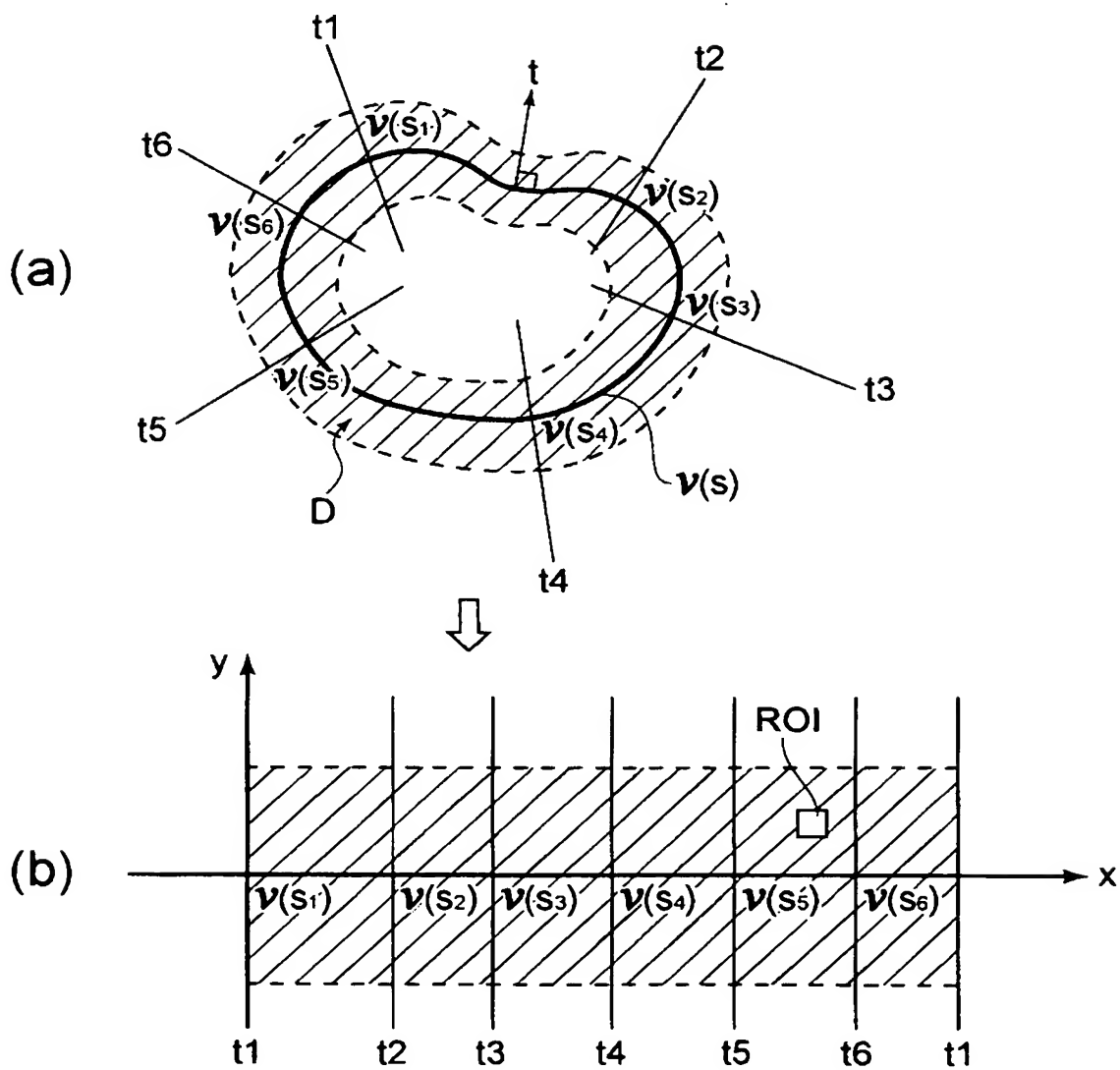
【図 2】



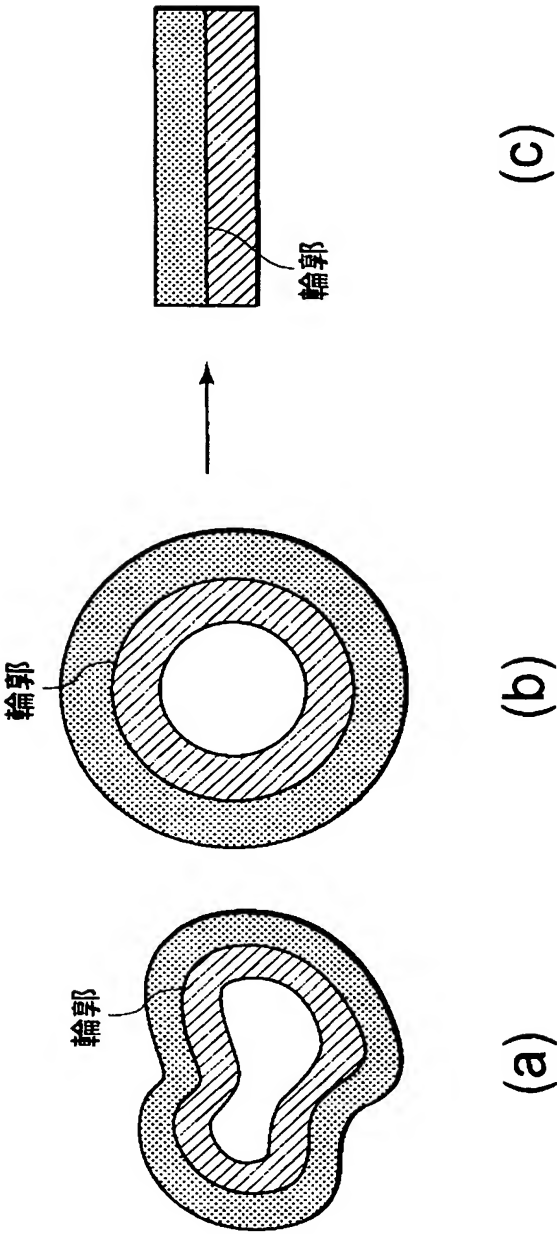
【図 3】



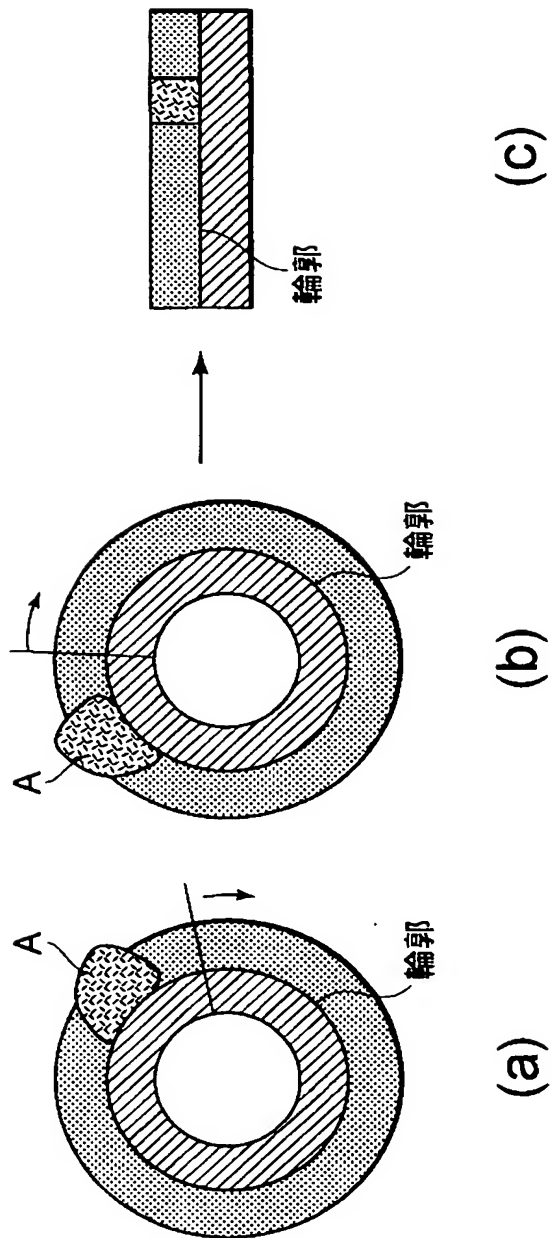
【図 4】



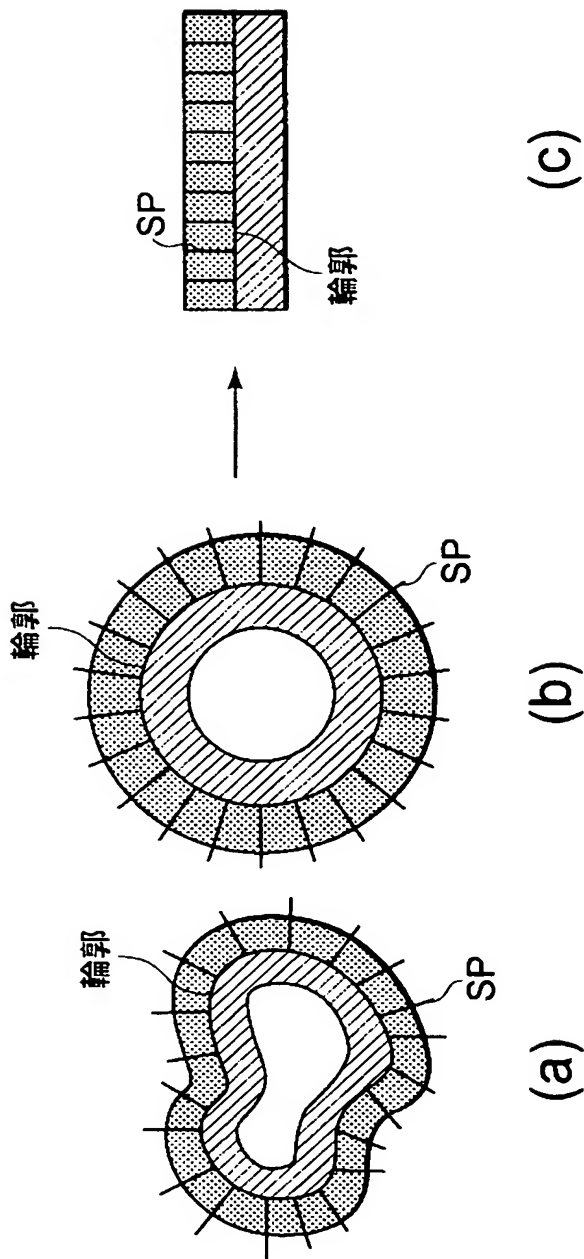
【図 5】



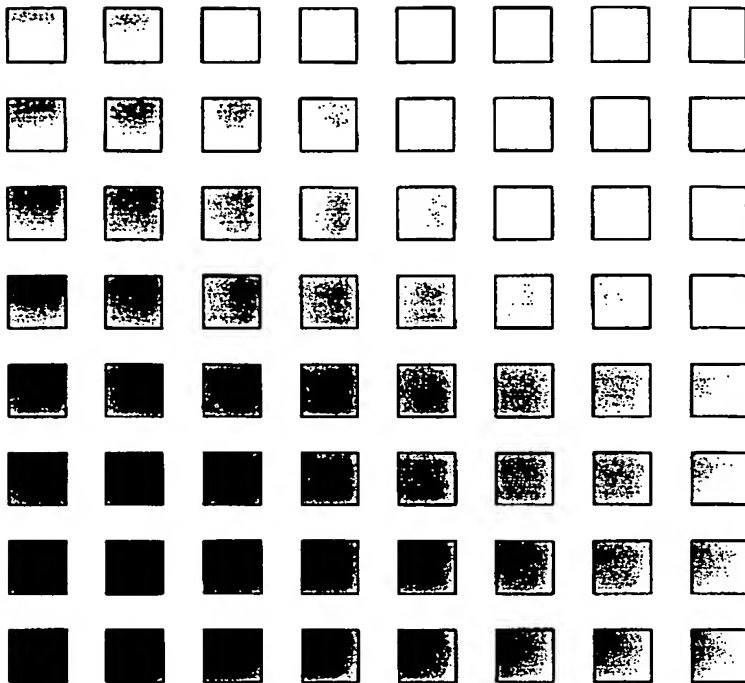
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】



輪郭外側

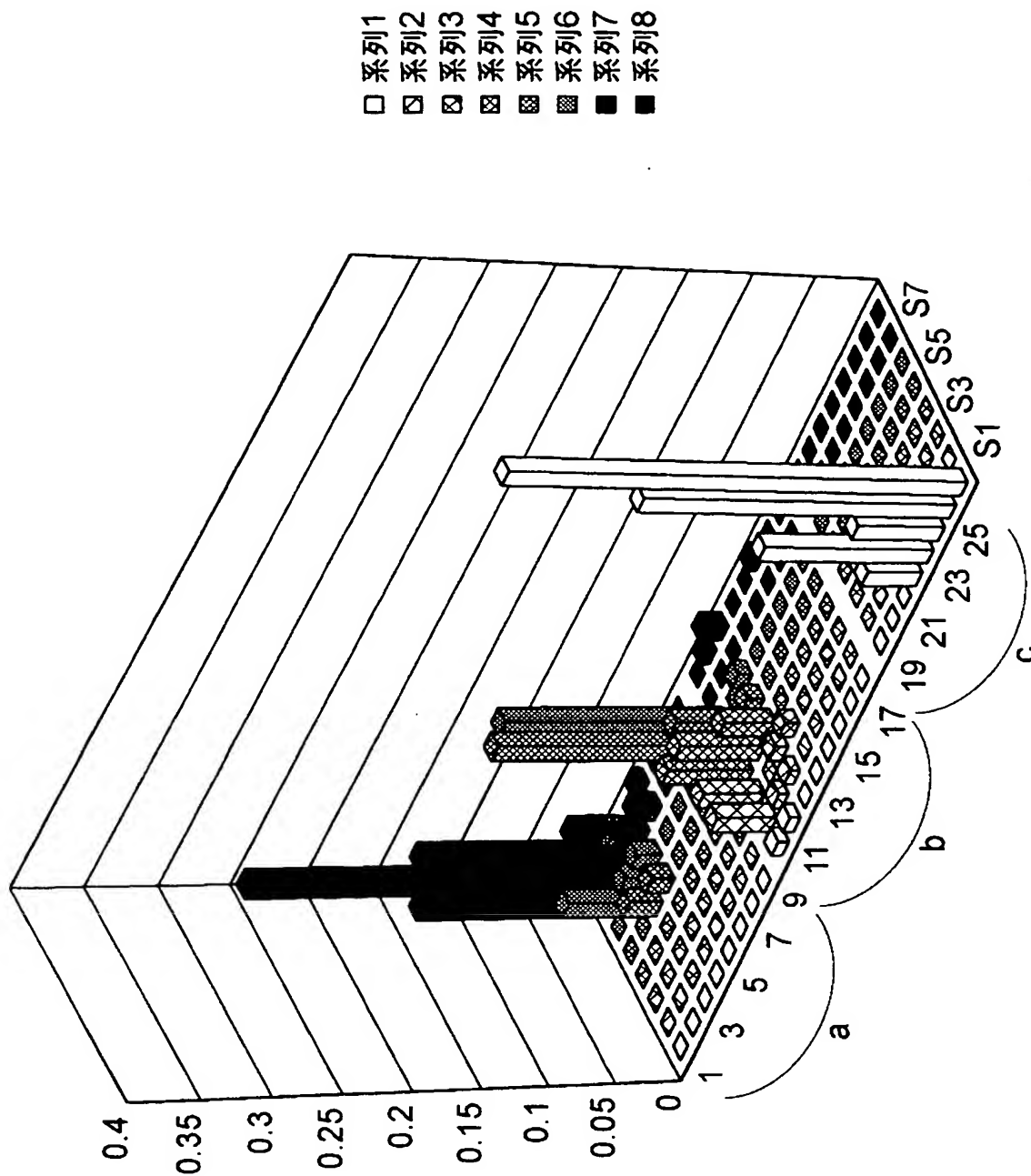


輪郭辺縁

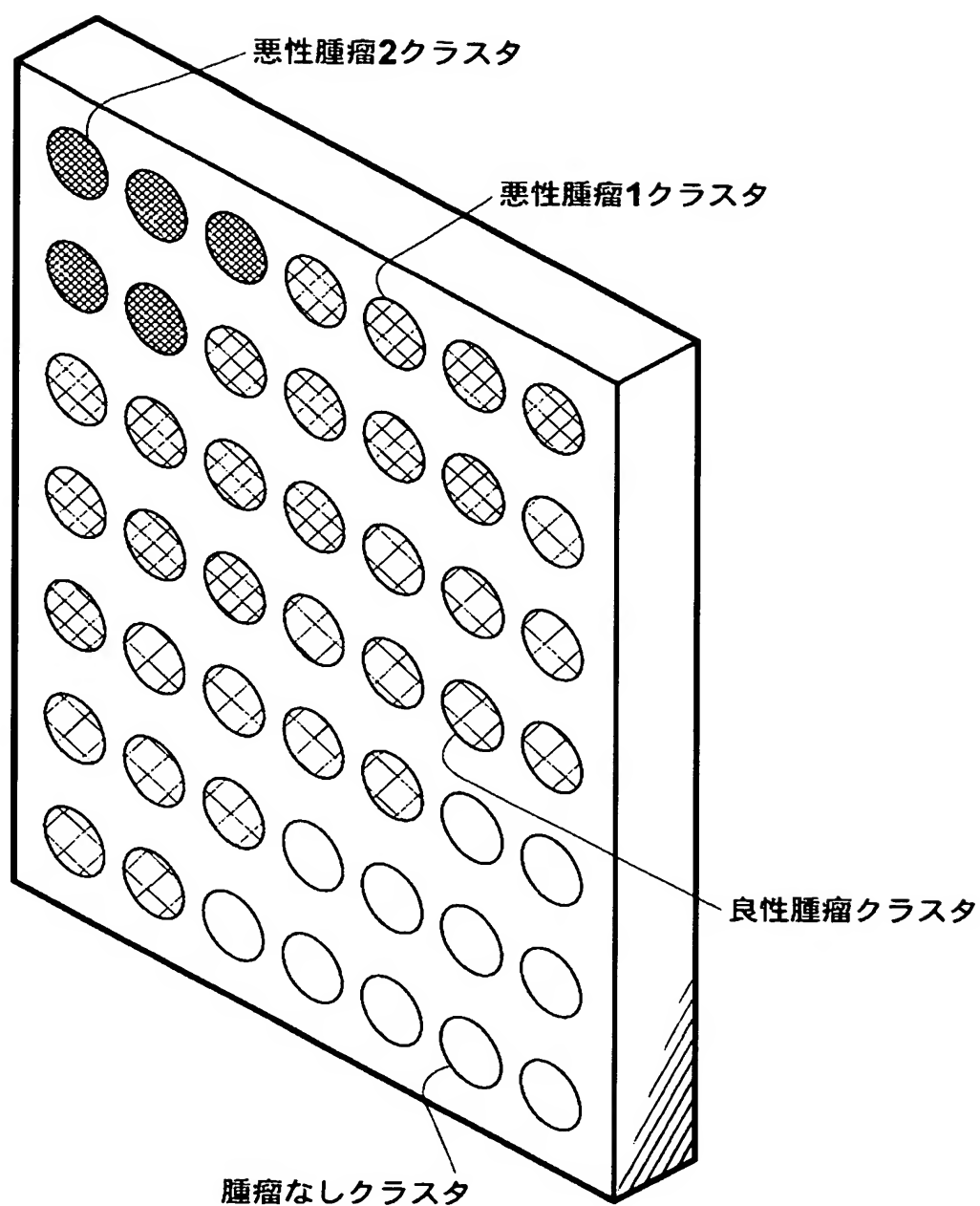


輪郭内側

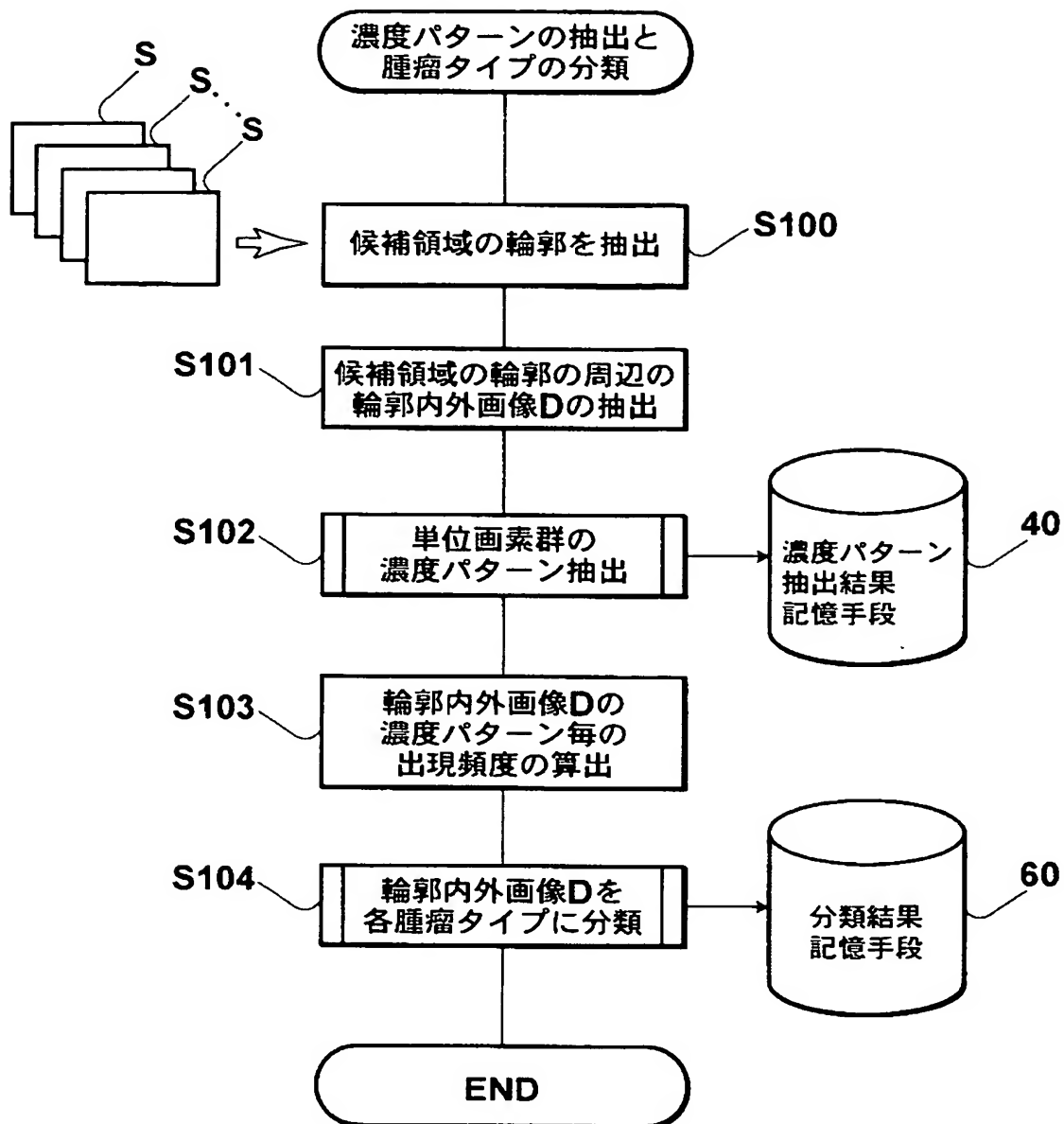
【図 10】



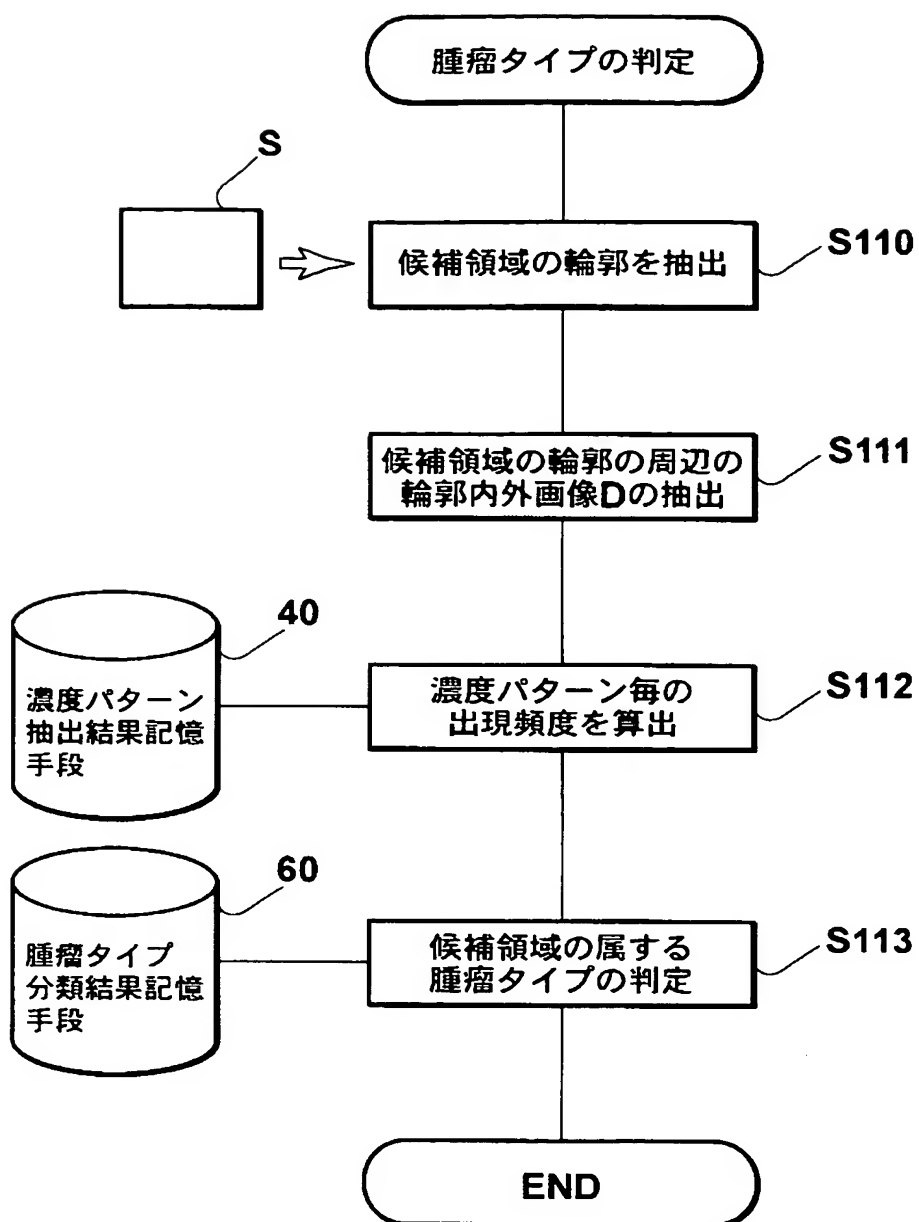
【図 11】






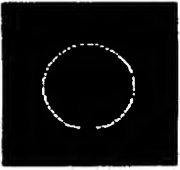




















【図 12】



【図 13】



【図 14】

質問画像		イメージ画像	
輪郭	輪郭内外画像	輪郭内外画像	輪郭
	→ 		→ 
	→ 		→ 
	→ 		→ 
	→ 		→ 
	→ 		→ 
	→ 		→ 

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 コンピュータを用いた医用画像診断支援装置において、画像の濃淡値から得られる医用画像に固有のイメージパターンに基づいて、腫瘍の判定を人の視覚で捉えた感覚に近い感覚で行う。

【解決手段】 医用画像データから陰影の候補領域を抽出し、抽出した候補領域の輪郭  $v$  の周辺の輪郭内外画像  $D$  の特徴量を用いて、前記候補領域の陰影の種類を判定する。

【選択図】 図 3

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-075647
受付番号	50300450013
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0095
作成日	平成15年 4月 1日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】	平成15年 3月19日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼 210番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-3 新横浜 K S ビル 7階
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-3 新横浜 K S ビル 7階
【氏名又は名称】	佐久間 剛

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 7 5 6 4 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 2 0 1 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 1 4 日  
新規登録

住 所  
氏 名

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地  
富士写真フイルム株式会社